

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 1月17日
Date of Application:

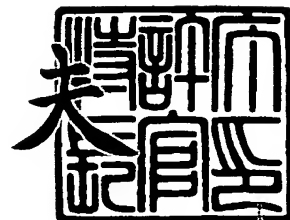
出願番号 特願2003-009947
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2003-009947]

出願人 シャープ株式会社
Applicant(s):

2003年11月18日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3095161

【書類名】 特許願

【整理番号】 02J04997

【提出日】 平成15年 1月17日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 27/14
G02B 3/00
G02F 9/00

【発明の名称】 半導体装置の製造方法及び半導体装置

【請求項の数】 9

【発明者】
【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
【氏名】 仲井 淳一

【発明者】
【住所又は居所】 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 2 番 2 2 号 シャープ株式会社内
【氏名】 青木 徹郎

【特許出願人】
【識別番号】 000005049
【氏名又は名称】 シャープ株式会社

【代理人】
【識別番号】 100065248
【弁理士】
【氏名又は名称】 野河 信太郎
【電話番号】 06-6365-0718

【手数料の表示】
【予納台帳番号】 014203
【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0208452

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 半導体装置の製造方法及び半導体装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 少なくとも光電変換部が形成された半導体基板上であって前記光電変換部の上方に、凹部を有する透明膜を形成し、

該透明膜上に、該透明膜よりも屈折率が高く、感光性を有する材料膜を形成し、該材料膜の所定箇所に選択的に光線を照射し、前記材料膜を現像することにより、光電変換部の上方に、少なくとも下面に凸部を有する層内レンズを形成することを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 2】 材料膜を、金属酸化物を含む紫外線硬化型樹脂により形成する請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 3】 材料膜を、金属酸化物を含み、紫外線照射によりアルカリ可溶性となる性質を有する樹脂により形成する請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 4】 金属酸化物が、酸化ジルコニウム及び酸化チタンの少なくとも一方からなる請求項 2 又は 3 に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 5】 材料膜の現像を、テトラメチルアンモニウムヒドロキシドを含むアルカリ溶液で行う請求項 1～4 のいずれか 1 つに記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 6】 光電変換部及び表面に凹部を有する透明膜が形成された半導体基板上であって、前記透明膜上に、該透明膜よりも屈折率が高く、感光性を有する材料からなり、かつ前記光電変換部の上方に、少なくとも下面に凸部を有する層内レンズが形成されてなる半導体装置。

【請求項 7】 透明膜よりも屈折率が高く、感光性を有する材料が、金属酸化物を含む紫外線硬化型樹脂である請求項 6 に記載の半導体装置。

【請求項 8】 透明膜よりも屈折率が高く、感光性を有する材料が、金属酸化物を含み、紫外線照射によりアルカリ可溶性となる性質を有する樹脂である請求項 6 に記載の半導体装置。

【請求項 9】 金属酸化物が、酸化ジルコニウム及び酸化チタンの少なくとも

も一方である請求項 7 又は 8 に記載の半導体装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体装置の製造方法及び半導体装置に関し、さらに詳しくは、光電変換部を備えた半導体装置の製造方法及び半導体装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

CCD (Charge Coupled Device, 電荷結合素子) イメージセンサ (以下、CCD と称する) 及び CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサ等の半導体を用いた撮像素子は、デジタル・カメラをはじめ、ビデオカメラ、カメラ付き携帯電話、スキャナ、デジタル複写機、ファクシミリなど様々な用途に利用されている。また、その普及につれて、画素数の増大、受光感度の向上などの高機能化、高性能化はもとより、小型化、低価格化などの要請がますます強まってきている。

このように、半導体撮像素子の小型化、高画素化が進み、同時に低価格化が要求されると、撮像素子に組み込まれる画素の大きさは、ますます縮小される。画素の大きさの縮小化に伴い、固体撮像素子の基本性能の一つである受光感度は低下し、照度が低いところでの鮮明な像の撮影は困難となる。したがって、単位画素当りの受光感度をいかに向上させ、さらにより安価で量産性に優れたプロセスで製造するかが重要となる。

【0003】

そこで、固体撮像素子の感度を上げる方法として、カラーフィルタの上部に有機高分子材料によりマイクロレンズを形成したり (例えば、特許文献 1)、さらにカラーフィルタの下部で受光部とカラーフィルタとの間の積層構造の内部にもレンズを形成する (例えば、特許文献 2)、いわゆる層内レンズを配置する技術が知られている。

このような層内レンズは、例えば、図 3 に示すように、半導体基板 21 の表面に CCD 転送チャネル 24、読み出しゲート部 23、光電変換部 (受光部) 22

、チャネルストッパ25が形成され、CCD転送チャネル24上に絶縁膜26を介して転送電極27を有しており、その上には層間絶縁膜28を介して遮光膜29が形成されている。遮光膜29の上には、BPSG (Boro-Phospho-Silicate Grass) 等による平坦化膜30、層内レンズ74が積層され、その上に、R. G. B. が組み合わされたカラーフィルタ12が形成され、さらにその上に保護膜13を介して、光電変換部22の上方に位置するようにマイクロレンズ14が形成されてなる。

【0004】

以下に、このような層内レンズの形成方法を説明する。

まず、図4(a)に示すように、半導体基板21内に、所要の不純物のイオン注入等を行って、光電変換部22、読み出しゲート部23、CCD転送チャネル(転送部)24、チャネルストッパ25をそれぞれ形成する。その後、半導体基板21表面に絶縁膜26を形成し、その上に、所定パターンの転送電極27(例えば膜厚300nm)を形成する。転送電極27上に層間絶縁膜28を介して、転送電極27を被覆し、光電変換部22上に開口を有する遮光膜29(例えば膜厚200nm)を形成する。

【0005】

次に、図4(b)に示すように、遮光膜29上に、例えば所定のリン、ボロン濃度に設定したBPSG (Boro-phosphosilicate glass) 膜を常圧CVD法によって600nm程度堆積し、900℃以上の高温下でリフローすることにより、このBPSG膜の表面が光電変換部22上に凹部を有する平坦化膜30を形成する。この凹部の表面が、後に形成する層内レンズの凸レンズ面を構成する面になる。

続いて、凹部を有する平坦化膜30上に、平坦化膜30の表面の段差(凹部の深さ)よりも厚膜の窒化シリコン系膜71を、例えば常圧CVD法によって成膜する。ここで、この段差は、平坦化膜30下の転送電極27及び遮光膜29によって生じたものであり、この場合は500nm程度になる。このことから、窒化シリコン系膜71の膜厚は500nm以上、ここでは、例えば膜厚1500nm程度に設定される。

その後、図4(c)に示すように、窒化シリコン系膜71上に、SOG膜前駆体を回転塗布によって1500nm形成し、その後、アニール処理（例えば400℃、30分処理）することにより、表面が平坦なSOG（Spin on Glass）膜72を形成する。

【0006】

次いで、図4(d)に示すように、SOG膜72の表面側から、SOG膜72が完全に除去され、さらに窒化シリコン系膜71を表面が平坦になるまで、SOG膜72及び窒化シリコン系膜71を全面エッチバックする。ここではSOG膜に換算して約3000nmの膜厚をエッチングする。エッチバック条件としては、SOG膜72と窒化シリコン系膜71のエッチング速度比が、SOG膜：窒化シリコン系膜=1.0：0.9～1.0：1.1になるように設定される。また、エッチング方式としては、高周波平行平板方式、マグネトロン高周波プラズマ方式、マイクロ波プラズマ方式又は有磁場マイクロ波放電方式等のプラズマエッチング方式が適用される。

これにより、図4(e)に示すように、窒化シリコン系膜71からなる層内レンズ74が、凹部を有する平坦化膜30上に形成される。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上記のような形成方法では、下記(1)～(3)の課題がある。

(1) 層内レンズとして成膜する窒化シリコン系膜71は、下地の平坦化膜30の段差（凹部の深さ）よりも厚く形成しなければならない。窒化シリコン系膜71は、一般に常圧CVD装置やプラズマCVD装置を用いて形成されるが、1000nm以上の膜厚を形成すると膜応力により塑性変化し、膜内にクラックが発生する。また、ウェハ面内の膜厚均一性も悪く、結果的に素子内での層内レンズの膜厚不均一が生じ、固体撮像素子の画質を悪化させることになる。

(2) 窒化シリコン系膜71上に形成するSOG膜72も、下地の窒化シリコン系膜71の表面段差を埋めて、その表面が平坦になるだけの厚さに形成しなければならない。SOG膜72も、窒化シリコン系膜71と同様に、前駆体を回転塗布した後にアニール処理して形成する場合、1000nm以上の膜厚にすると

、膜収縮による応力によりクラックや膜剥れが生じ、層内レンズ形状に欠陥を発生させ、撮像素子として致命的な問題となる。

(3) 被エッチング膜である SOG 膜 72 と窒化シリコン系膜 71 とのエッチバック膜厚が約 3000 nm と厚く、かつ SOG 膜 72 と窒化シリコン系膜 71 とのエッチング速度比をほぼ 1 : 1 に設定しなければならない。そのためウェハ面内、ウェハ間のエッチング量にばらつきが生じやすく、均一性のよい層内レンズを形成することは非常に困難である。また、ここで使われるエッチング装置は、いずれも高価な設備であり、エッチング速度やダスト管理等のメンテナンスにも多大な労力を要する。

本発明は上記課題に鑑みなされたものであり、層内レンズ及びその上下の絶縁膜等にクラックや剥がれを生じさせることなく、さらに新たな設備を導入することなくシンプルな製造方法により、均一性の良い、高品質の層内レンズを形成することができる半導体装置の製造方法及び半導体装置を提供することを目的とする。

【0008】

【特許文献 1】

特開平 4-12568 号公報

【特許文献 2】

特開平 11-87672 号公報

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明によれば、少なくとも光電変換部が形成された半導体基板上であって前記光電変換部の上方に、凹部を有する透明膜を形成し、

該透明膜上に、該透明膜よりも屈折率が高く、感光性を有する材料膜を形成し、該材料膜の所定箇所に選択的に光線を照射し、前記材料膜を現像することにより、光電変換部の上方に、少なくとも下面に凸部を有する層内レンズを形成する半導体装置の製造方法が提供される。

これにより、製造工程がシンプルで、新たに設備を導入することなく、一般に半導体プロセスで使われている回転塗布機（スピンコーター）、現像機（デベロ

ッパー)、露光機等の設備をそのまま使用して、クラックや膜剥れの無い、均一性の良い層内レンズを形成することができる。

【0010】

また、本発明によれば、光電変換部及び表面に凹部を有する透明膜が形成された半導体基板上であって、前記透明膜上に、該透明膜よりも屈折率が高く、感光性を有する材料からなり、かつ前記光電変換部の上方に、少なくとも下面に凸部を有する層内レンズが形成されてなる半導体装置が提供される。

【0011】

【発明の実施の形態】

本発明における半導体装置の製造方法では、まず、半導体基板に、光電変換部を形成する。半導体基板としては、通常半導体装置を形成するための基板として使用される基板であれば特に限定されるものではなく、例えば、シリコン、ゲルマニウム等の半導体、SiC、GaAs、AlGaAs等の化合物半導体等からなる基板を使用することができる。なかでも、シリコン基板が好ましい。この半導体基板は、通常n型又はp型の不純物がドーピングされてなるが、さらに、n型又はp型のウェルを1以上有していてもよい。なお、半導体基板表面には、光電変換部(発光部又は受光部)のほかに、電荷転送領域、分離領域、コンタクト領域、チャネルストップ領域等として、高濃度のn型又はp型の不純物を含有する領域が形成されていてもよいし、他の半導体装置や回路等が組み合わされていてもよい。

【0012】

光電変換部としては、受光部又は発光部が挙げられる。受光部としては、代表的には、半導体基板表面に形成されるpn接合ダイオードが挙げられる。この場合の半導体基板表面に形成されるp型又はn型の不純物層の大きさ、形状、数、不純物層の不純物濃度等は、得ようとする半導体装置の性能に応じて適宜設定することができる。また、発光部としては、例えば、発光ダイオード等が挙げられる。半導体基板表面に光電変換部を形成する方法としては、公知の方法、例えば、フォトリソグラフィ及びエッチング工程により所望の領域に開口を有するマスクを形成し、このマスクを用いてイオン注入する方法が挙げられる。

【0013】

光電変換部の間には、例えばCCDの場合は、通常、任意に、絶縁膜を介して転送電極、転送電極上に層間絶縁膜を介して遮光膜が形成される。転送電極は、電極として使用される材料であればどのような材料でも使用することができ、例えば、多結晶シリコンやタンゲステンシリサイド等が挙げられる。この場合の膜厚は特に限定されるものではなく、例えば、300～600nm程度が挙げられる。遮光膜は、可視光及び／又は赤外光をほぼ完全にさえぎることができる材料及び膜厚であれば特に限定されるものではなく、例えば、タンゲステンシリサイドやチタタンゲステン等の金属膜、合金膜等による100～1000nm程度の膜厚のものが挙げられる。絶縁膜、層間絶縁膜は、通常用いられているものの全てを利用することができる。例えば、CVD法によるプラズマTEOS (Tetra-Ethoxy Silane) 膜、LTO (Low Temperature Oxide) 膜、HTO (High Temperature Oxide) 膜、NSG (None-Doped Silicate Glass) 膜又はスピンコート法により塗布形成したSOG (Spin On Glass) 膜、CVD法によるシリコン窒化膜等の単層膜又はこれらの積層膜等が挙げられる。なお、絶縁膜、層間絶縁膜、転送電極及び遮光膜は、通常、その上方に形成される層内レンズの凸部の厚さ、形状等を決定する一要件となることがあるため、後述する透明膜等の厚さ、材料等を考慮して、全膜厚が500～2000nm程度に調整されることが好ましい。

【0014】

さらに、半導体基板の光電変換部の上方に、凹部を有する透明膜が形成されている。凹部は、例えば転送電極、遮光膜等に起因するものであってもよいし、透明膜表面をエッチング等することによって形成されたものであってもよい。透明膜は、用いる材料、膜厚等にもよるが、光の透過率が80～100%程度であることが適当である。透明膜としては、上記において絶縁膜として例示したような単層膜又は積層膜が挙げられ、なかでもBPSGが好ましい。膜厚は、例えば、100～2000nm程度が挙げられる。なお、凹部の形状、深さ等は、層内レンズの凸部の厚さ、形状等を決定する一要件となることがあるため、適切に調整することが好ましい。

これらの絶縁膜、層間絶縁膜、転送電極、遮光膜及び透明膜は、スパッタ法、減圧CVD法、常圧CVD法、プラズマCVD法等種々のCVD法、スピンコート法、真空蒸着法、EB法等、当該分野で公知の方法を適宜選択して形成することができる。

次に、得られた半導体基板上に、透明膜よりも屈折率が高く、感光性を有する材料膜を形成し、材料膜の所定箇所に選択的に光線を照射し、材料膜を現像することにより、光電変換部の上方に、少なくとも下面に凸部を有する層内レンズを形成する。

【0015】

透明膜よりも屈折率が高く、感光性を有する材料膜としては、光線を照射することにより硬化する又はアルカリ可溶性となる樹脂、例えば、当該分野で公知のポジ型又はネガ型のレジストが挙げられる。光線としては、 γ 線、X線、可視光及び紫外線等の光波長のエネルギー線が挙げられるが、紫外線であることが好ましい。そのエネルギーは、特に限定されるものではなく、例えば、紫外線の場合には500～800mJ程度が適当である。材料膜の具体例としては、アクリル系、ポリイミド系等の有機材料が挙げられる。また、材料膜は、可視光領域での屈折率が1.6程度以上のものが好ましい。この材料膜は、さらに屈折率を向上させるために、これらの材料よりも高い屈折率を有する材料、例えば、屈折率が2.0程度以上の材料、具体的には、無機材料、さらには無機酸化物、より具体的には酸化亜鉛、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化錫等の金属酸化物が含有されていることが好ましい。これらの材料は、例えば、20nm程度以下、さらには10nm程度以下の大きさの微粒子状であることが好ましい。このような材料を用いる場合、有機材料と微粒子状の材料との混合比は、透過率、屈折率、感光性能、リフロー時の変形状態、表面のモホロジー及び現像後残渣等のファクターを最適化できるように設定することが適当である。例えば、1:0.1～3.0程度、好ましくは1:0.2～1.5程度が挙げられる。さらに、この材料膜には、任意に当該分野で公知の感光剤等をさらに添加してもよい。これらの材料は、例えば、ロールコート法、スプレーコート法、リップコート法、ディップコート法、スピンコート法、バーコート法、スクリーンコート法等のそれ自体公知

の方法により、透明膜上に塗布し、乾燥等することにより、表面が平滑な材料膜を成膜することができる。この材料膜の膜厚は、用いる材料による透過率等を考慮して適宜調整することができ、例えば、500～1500 nm程度が挙げられる。

【0016】

選択的な光線の照射は、当該分野で公知の方法、例えば、適当なパターンを有するマスクを用いて光線を照射する方法、EBによる描画によって所望の箇所にのみ光線を照射する方法等が挙げられる。なお、材料膜が、光線の照射によって硬化する材料で形成されている場合には、層内レンズを形成する部分にのみ光線を選択的に照射し、光線の照射によってアルカリ可溶性となる性質を有する材料で形成されている場合には、層内レンズを形成する部分以外、例えばボンディングパッド上やスクライブライン上等に選択的に光線を照射する。

【0017】

材料膜の現像は、例えば、アルカリ溶液、具体的には、テトラメチルアンモニウムハイドロオキシド、アンモニア等を含有するアルカリ溶液によって行うことができる。

これにより、光電変換部や転送電極や遮光膜等が形成された、いわゆる画素領域には該材料膜を残し、それ以外の、例えばボンディングパッド上やスクライブライン上等は、上記現像処理によって該材料膜を除去することによって、光電変換部の上方であって画素領域全面に、その下側において転送電極及び遮光膜等による段差に起因する凸部を有する層内レンズを形成することができる。なお、層内レンズの上面は平坦であってもよいし、さらに光電変換部の上方にのみ、この材料膜を矩形状に形成し、その後の熱処理によって軟化、熔融させ、上向きにも凸部を有していてもよい。これにより、その下側においては、転送電極及び遮光膜等による段差に起因する凸部と、熱処理による丸みがかった形状への変形とにより、両面に凸部を有する層内レンズを形成することもできる。なお、得られた層内レンズは、もっとも厚い部分と薄い部分との差が500～1000 nm程度、具体的には、もっとも厚い部分で1000～2000 nm程度の厚み、もっとも薄い部分で0～500 nm程度の厚みが挙げられる。

【0018】

また、本発明においては、層内レンズ上に、さらに透明で低屈折率を有する材料膜を形成してもよい。このような材料膜としては、上記の高屈折率を有する材料膜よりも屈折率が0.5以上小さいものが挙げられる。具体的には、例えば、可視光領域での屈折率が1.6程度より小さいもの、具体的には、フルオロオレフィン系共重合体、含フッ素脂肪族環構造を有するポリマー、パーフルオロアルキルエーテル系コポリマー、含フッ素（メタ）アクリレートポリマーの1種又は2種以上の混合物等が挙げられる。さらに、フッ化物、具体的にはフッ化マグネシウム等を添加してもよい。これらの材料は、例えば、20nm程度以下、さらには10nm程度以下の大きさの微粒子状であることが好ましい。このような材料を用いる場合には、フルオロオレフィン系共重合体等の材料と微粒子状の材料との混合比は、例えば、1：0.1～1.5程度が挙げられる。

これらの材料を用いて、例えば、ロールコート法、スプレーコート法、ディップコート法、スピコート法、バーコート法、スクリーンコート法等のそれ自体公知の方法により、層内レンズ上に低屈折率材料膜を形成することができる。この材料膜の膜厚は、用いる材料等を考慮して適宜調整することができ、例えば、500～1500nm程度が挙げられる。なお、このように形成された低屈折率材料膜の表面は、各画素間において数十オングストロームオーダーで平坦であることが好ましい。

【0019】

さらに、本発明においては、層内レンズの上方に透明で低屈折率を有する材料膜を介してマイクロレンズを形成することがより好ましい。透明で低屈折率を有する材料膜は、上記方法により単層膜又は積層膜として形成することができる。また、任意に、その上に、カラーフィルタ、パッシベーション膜、保護膜、平坦化膜、層間膜等として機能する膜等の1種又は2種以上を、任意の材料で、任意の膜厚で形成してもよい。マイクロレンズは、当該分野で公知の方法により、公知の材料を用いて形成することができる。なお、マイクロレンズの形状は、下層の低屈折率を有する材料膜、パッシベーション膜、保護膜、平坦化膜、層間膜等により、底部が平坦で上に凸の形状、アーチ型の形状等に加工されることが適当

である。

また、本発明における半導体装置は、上記の方法により、光電変換部が形成された半導体基板上であって、光電変換部の上方に、高屈折率材料によって少なくとも下面に凸部を有する層内レンズが形成されて構成される。ここで、半導体装置は、CCD及びCMOSイメージ・センサ、CMD、チャージインジェクションデバイス、バイポーライメージセンサ、光導電膜イメージセンサ、積層型CCD、赤外イメージセンサ等のいわゆる固体撮像素子のみならず、半導体集積回路の製造工程において製造される受光素子、発光ダイオード等の発光素子又は液晶パネル等の光透過制御素子等の種々の装置としての受光部又は発光部として使用されるものの全てが含まれる。

【0020】

以下に、本発明の半導体装置及びその製造方法の実施の形態を、図面を用いて詳細に説明する。なお、以下の説明中で用いる材料や装置名等は、通常の半導体素子の製造工程で用いられている材料や装置をそのまま使用することができ、その詳細な説明を省略する。

本発明の半導体装置であるCCD固体撮像素子は、図1に示したように、半導体基板41の表面にCCD転送チャネル44、読み出しゲート部43、光電変換部42、チャネルストッパ45が形成されており、CCD転送チャネル44上に絶縁膜46を介して転送電極47が形成されている。その上には層間絶縁膜48を介して、転送部への光漏れを防止するための遮光膜49が形成されている。遮光膜49の上には、BPSGからなる透明膜50が積層され、その上に、光電変換部42の上方に位置するように高屈折率の層内レンズ51が形成されており、さらにその上に、R．G．B．が組み合わされたカラーフィルタ52、透明な有機膜からなる保護膜53を介して、光電変換部42及び層内レンズ51の上方に位置するようにマイクロレンズ54が形成されて構成される。

【0021】

このCCD固体撮像素子は、以下の方法により形成することができる。

まず、図2(a)に示すように、半導体基板41内に所要の不純物のイオン注入等を行って、光電変換部42、読み出しゲート部43、CCD転送チャネル（転

送部) 44、チャネルストッパ45をそれぞれ形成する。その後、半導体基板41表面に、例えば熱酸化によりシリコン酸化膜等の絶縁膜46を形成し、その上にポリシリコンからなる所定パターンの転送電極47を形成する。さらに、転送電極47上に、層間絶縁膜48を介して、転送電極47を被覆し、光電変換部42上に開口を有する遮光膜49を、例えば、タングステンシリサイドにより形成する。

次に、図2(b)に示すように、遮光膜49を覆うようにBP SGを常圧CVD法により900 nm堆積する。この場合、BP SG膜中に含まれるB及びPの濃度を、あとのリフローによって表面が平滑でかつ光電変換部42上に凹部を有するように設定する。ここではBの濃度を3.8 wt %、Pを4.2 wt %に設定した。続いて、リフローを950℃にて20分間行ない、透明膜50を得る。

【0022】

続いて、リフローして形成した透明膜50の上に、スピncerコーターにより高屈折率材料を800 nm塗布し、90℃のホットプレートで2分間乾燥する。ここで用いた高屈折率材料は、感光剤の入ったアクリル系樹脂に、20重量%程度の酸化ジルコニア微粒子(20 nm程度)を含有したものをを用いた。次いで、通常半導体プロセスで使用するフォトリソ技術を用いて、層内レンズを形成する受光部42上の高屈折率材料に対して選択的に紫外線、例えば365 nmの波長の光線を、例えば700 mJ程度照射する。これにより、紫外線が照射された高屈折率材料が硬化し、後述するアルカリ性現像液に不溶となる。その後、2.3%のTMAHを含むアルカリ性現像液で現像し、水洗した後、200℃のホットプレートで2分間乾燥することによって、図2(c)に示すような光電変換部42上に層内レンズ51を形成する。

【0023】

さらに、グリーン、レッド、ブルーそれぞれの分光特性を有する顔料を分散したネガ型レジストを塗布、フォトリソ、現像というフォトリソ技術により所望のパターンに加工し、カラーフィルタ52を形成する。その後は、その上に、アクリル樹脂(例えば、熱硬化性アクリル樹脂 オプトマーSS-1151:JSR(株))を0.7 μ m塗布して保護膜53を形成し、続いてマイクロレンズ54を公知の技

術（例えば、特開平4-12568号）に記載の方法を用いて形成して、図1に示した層内レンズ付きCCD固体撮像素子を得る。

なお、上述の実施の形態においては、CCD固体撮像素子に適用して説明したが、その他の素子、例えば、MOS型固体撮像素子等の他の固体撮像素子や、液晶表示素子等についても適用することができ、上述の実施の形態と同様に、層内レンズ、平坦化膜、保護膜、マイクロレンズの厚さ等とその形成条件等を適宜調整して、所望の形状の層内レンズ付き半導体装置を得ることができる。

【0024】

【発明の効果】

本発明によれば、その表面に凹部を有する透明膜の上に、特定材料膜を形成し、選択的に所望の箇所に光線を照射し、現像するという簡便な方法によって、所望の位置に層内レンズを形成することができる。しかも、層内レンズを構成する材料膜を最小限の膜厚で形成できるとともに、その上下に位置する絶縁膜等の機能膜も最小限の膜厚で形成することができるため、厚膜の形成等に起因する層内レンズの内部におけるクラックや、その上下の機能膜との剥がれ等を防止することができ、層内レンズを、均一でかつ高品質、安価に形成することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の半導体装置の実施の形態を示す要部の概略断面図である。

【図2】

図1の半導体装置の製造方法を説明するための概略断面製造工程図である。

【図3】

従来の層内レンズを形成した固体撮像素子の一画素に対応する概略断面図である。

【図4】

図3の層内レンズの形成方法を説明するための概略断面製造工程図である。

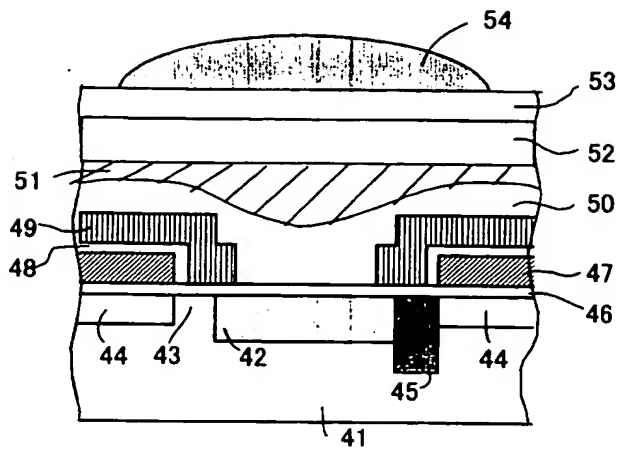
【符号の説明】

41 半導体基板

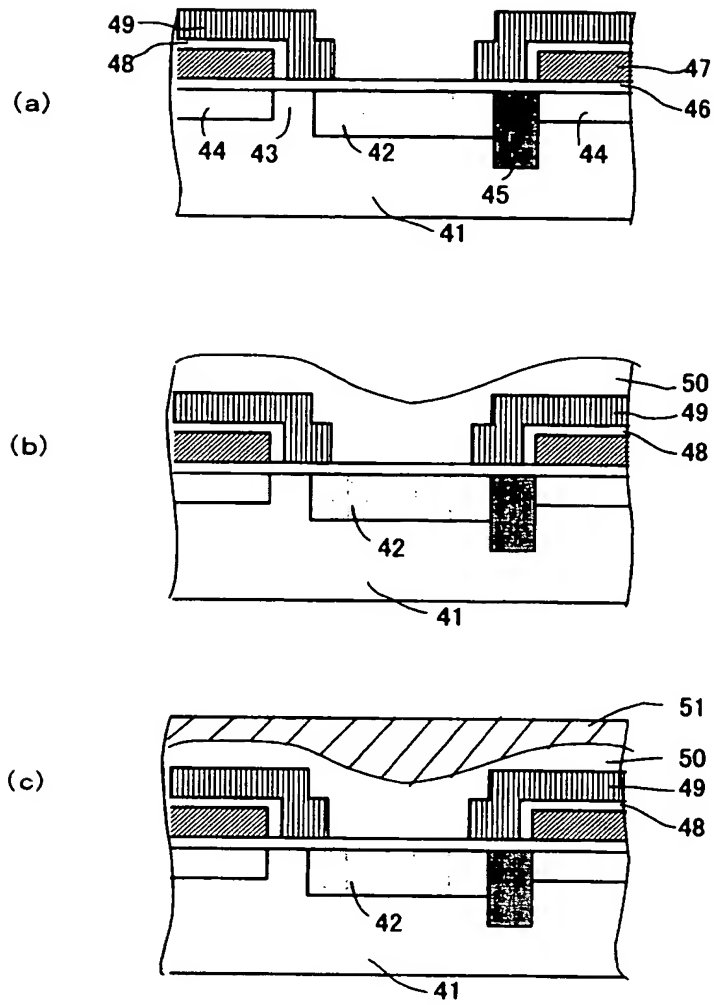
- 4 2 光電変換部
- 4 3 読み出しゲート部
- 4 4 C C D 転送チャネル
- 4 5 チャネルストッパ
- 4 6 絶縁膜
- 4 7 転送電極
- 4 8 層間絶縁膜
- 4 9 遮光膜
- 5 0 透明膜
- 5 1 層内レンズ
- 5 2 カラーフィルタ
- 5 3 保護膜
- 5 4 マイクロレンズ

【書類名】 図面

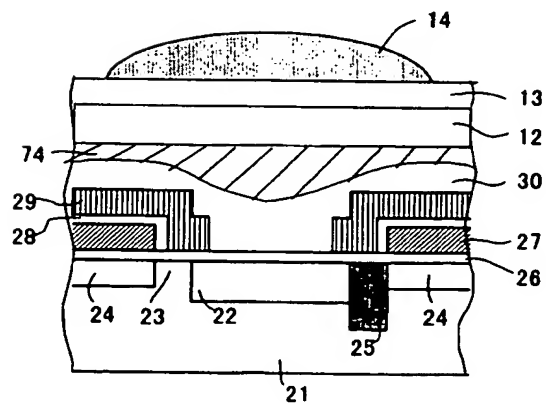
【図 1】



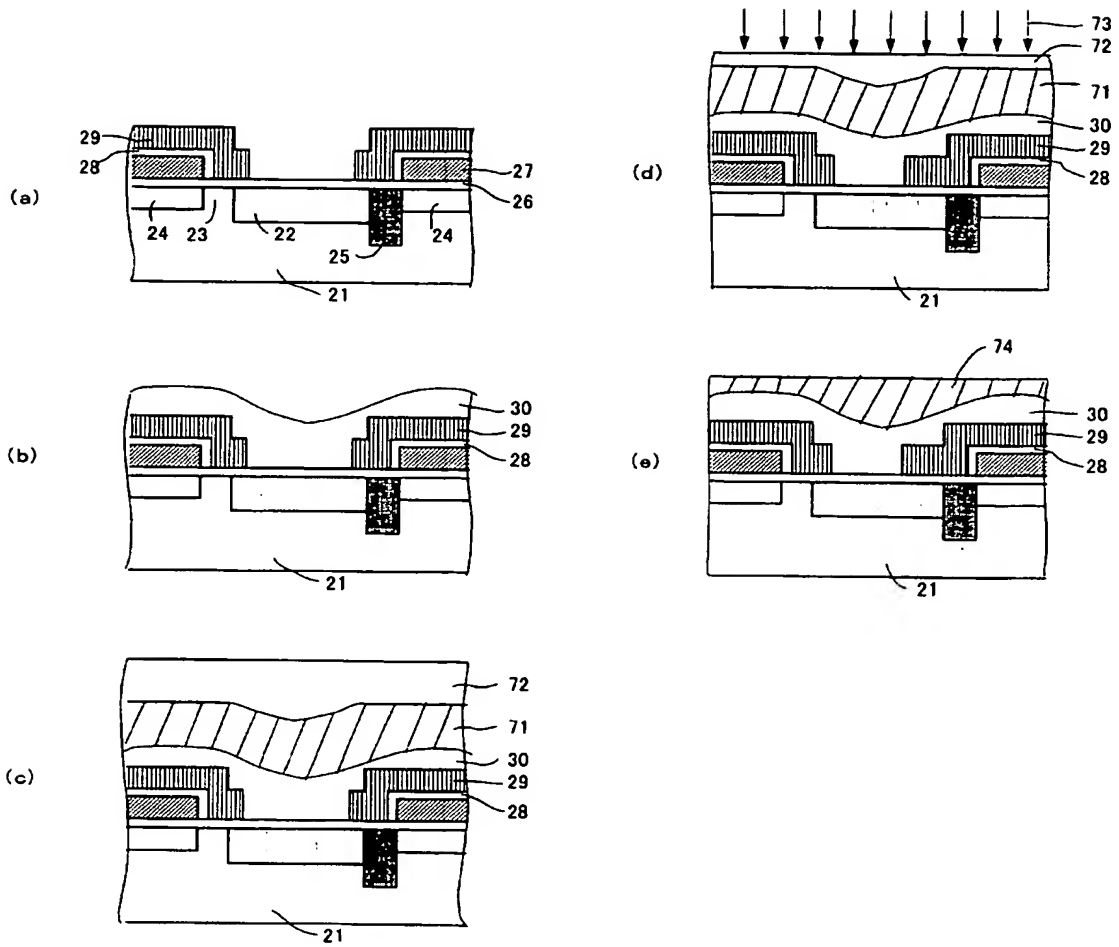
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 層内レンズ及びその上下の絶縁膜等にクラックや剥がれを生じさせることなく、さらに新たな設備を導入することなくシンプルな製造方法により、均一性の良い、高品質の層内レンズを形成することができる半導体装置の製造方法及び半導体装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 少なくとも光電変換部 4 2、転送電極 4 7 及び遮光膜 4 9 が形成された半導体基板 4 1 上であって光電変換部 4 2 の上方に、転送電極 4 7 及び遮光膜 4 9 に起因する凹部を有する透明膜 5 0 を形成し、透明膜 5 0 上に、透明膜 5 0 よりも屈折率が高く、感光性を有する材料膜を形成し、この材料膜の所定箇所を選択的に光線を照射し、材料膜を現像することにより、光電変換部 4 2 の上方に、少なくとも下面に凸部を有する層内レンズ 5 1 を形成する半導体装置の製造方法。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 0 9 9 4 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 0 4 9]

1 . 変 更 年 月 日

1 9 9 0 年 8 月 2 9 日

[変 更 理 由]

新 規 登 録

住 所

大 阪 府 大 阪 市 阿 倍 野 区 長 池 町 2 2 番 2 2 号

氏 名

シャープ株式会社